

VOL V

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2025

VOL V

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2025



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Bruna Bejarano, Arquivo Pessoal
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha

Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay

Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá

Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia

Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile

Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos

Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha

Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil

Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México

Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia

Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México

Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof.^a Dr.^a Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Prof.^a Dr.^a Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil

Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

Prof.^a Dr.^a Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Prof.^a Dr.^a Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Prof.^a Dr.^a María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof.^a Dr.^a Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Mª Graça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais V [livro eletrônico] /
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis,
2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-66-6

DOI 10.37572/EdArt_211025666

1. Ciências agrárias. 2. Ciências ambientais. 3.
Sustentabilidade. 4. Agricultura sustentável. 5. Manejo de recursos
naturais. I. Spers, Eduardo Eugênio. II. Título.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Este volume V de **Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais** reúne oito contribuições que, em conjunto, delineiam um panorama atual e propositivo dos desafios na produção agropecuária e na gestão do meio ambiente. O volume está organizado em três eixos temáticos: *Ambiente: Monitoramento e Gestão de Riscos*; *Produção Vegetal: Insumos e Melhoramento*; e *Produção Animal e Saúde Veterinária*, com o objetivo de aproximar evidências científicas, soluções técnicas e impactos socioambientais, sempre com ênfase em rigor metodológico, transparência e aplicabilidade.

O primeiro trabalho do eixo **Ambiente: Monitoramento e Gestão de Riscos** apresenta uma investigação sobre monitoramento de emissões em processos industriais do setor agroalimentar, que valida, por medições em pontos críticos da linha de produção, a conformidade com padrões regulatórios e reforça a importância de sistemas confiáveis de rastreabilidade. Em seguida, uma experiência de educação ambiental voltada à redução de riscos de inundações e deslizamentos em contexto escolar rural demonstra, com avaliação pré-pós-intervenção, ganhos expressivos em conhecimento e atitudes, oferecendo um modelo replicável de formação comunitária para a gestão do risco.

O Eixo **Produção Vegetal: Insumos e Melhoramento** articula estudos do manejo de insumos e cultivares até o zoneamento produtivo em larga escala: um ensaio agrônomo sobre o uso de silício em cafeeiros quantifica efeitos em crescimento, sanidade e qualidade sensorial, apoiando decisões de manejo nutricional; um estudo de zoneamento agroclimático com geotecnologias mapeia áreas de alto potencial produtivo para cultura energética sob irrigação, conectando planejamento territorial e bioenergia. Na sequência, uma análise de biofortificação de milho discute avanços em teores de micronutrientes e compostos bioativos, bem como desafios de adoção e oportunidades de mercado. Por fim, uma avaliação comparativa de variedades de soja sob irrigação atualiza o pacote tecnológico regional, apresentando indicadores agrônômicos e de rendimento para recomendações de cultivares.

Produção Animal e Saúde Veterinária apresenta um estudo em nutrição de pequenos ruminantes e avalia a inclusão de subproduto agroindustrial fermentado na dieta, examinando consumo, conversão alimentar e perfis de fermentação ruminal, com implicações para sustentabilidade e desempenho produtivo. Encerrando o volume, um ensaio histórico sobre uma grande epizootia bovina no século XVIII revisita práticas precoces de contenção (como limpeza de instalações, isolamento e reentrada faseada de rebanhos) e evidencia a gênese de princípios de biossegurança que permanecem atuais.

A força deste volume reside na convergência entre método e pertinência: medições em processo, ensaios de campo, geoprocessamento, avaliações nutricionais e reconstruções históricas informam decisões públicas e privadas, da gestão de emissões e planejamento territorial à escolha de insumos, cultivares e dietas, passando pela formação de comunidades para prevenção de desastres. Essa convergência é intencional: a ciência agrária e ambiental cria maior valor quando quantifica, compara e comunica com clareza.

Agradecemos às autoras e aos autores pela confiança e pela qualidade técnica dos manuscritos; às instituições de origem, pelo apoio às pesquisas; e às leitoras e aos leitores, cuja atenção crítica dá sentido a esta série. Que os capítulos aqui reunidos inspirem novas perguntas, parcerias interdisciplinares e aplicações responsáveis, no campo, na indústria, na escola e no território.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Eduardo Eugenio Spers

SUMÁRIO

AMBIENTE: MONITORAMENTO E GESTÃO DE RISCOS

CAPÍTULO 1..... 1

MONITORING POLLUTANT SUBSTANCES RELEASED BY COMPOUND FEED FACTORIES

Cristian Vasile

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256661

CAPÍTULO 2..... 14

UNA MIRADA A LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS DESDE LA CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD EDUCATIVA

Arturo Hernández Escobar

Yamel Álvarez Gutiérrez

Barbara Miladys Placencia López

Diana Estefanía Cedeño Bermúdez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256662

PRODUÇÃO VEGETAL: INSUMOS E MELHORAMENTO

CAPÍTULO 3..... 31

EL SILICIO Y SUS EFECTOS EN LA CALIDAD Y LOS RENDIMIENTOS DEL CULTIVO DE CAFE

Francisco E. Restrepo Higuita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256663

CAPÍTULO 4..... 47

POTENCIAL PRODUCTIVO DE *Sorghum bicolor* L. MOECH, BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN MÉXICO

Genovevo Ramírez Jaramillo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256664

CAPÍTULO 5..... 67

MAÍCES CON ALTO CONTENIDO DE ANTOCIANINA, BIOFORTIFICADOS CON ZINC, PROVITAMINA A Y DE ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA EN PERÚ

Luis Alberto Narro León

Alexander Chávez Cabrera
Peter Chris Piña Díaz
Fernando Escobal Valencia
Alicia Elizabeth Medina Hoyos
Teodoro Patricio Narro León
Kryss Aracely Vargas Gutiérrez
Roberto Alvarado Rodríguez
Fabian Camilo Velásquez Leveaú
Ronald Otiniano Villanueva

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256665

CAPÍTULO 6..... 96

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE SOYA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Héctor Manuel Cortinas Escobar
Nicolás Maldonado Moreno

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256666

PRODUÇÃO ANIMAL E SAÚDE VETERINÁRIA

CAPÍTULO 7..... 101

COMPOSICIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE DIETAS CON POMASA DE MANZANA FERMENTADA EN LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS EN ENGORDA

Ignacio Mejía-Haro
Mauricio Ramos-Dávila
Carlos Fernando Aréchiga-Flores
Iván Mejía-Dévora
Tania Ramírez-Navarrete
José de Jesús Campos-Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256667

CAPÍTULO 8..... 116

PAUL ADAMI AND THE CATTLE PLAGUE IN STYRIA, 1780

Andrej Pengov

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2110256668

SOBRE O ORGANIZADOR..... 123

ÍNDICE REMISSIVO 124

CAPÍTULO 7

COMPOSICIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE DIETAS CON POMASA DE MANZANA FERMENTADA EN LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS EN ENGORDA

Data de submissão: 25/08/2025

Data de aceite: 17/09/2025

Iván Mejía-Dévora

Independiente

México

Ignacio Mejía-Haro¹

Ph. D. in Nutrition, USA

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico El Llano

Km 18 carretera Aguascalientes

San Luis Potosí

El Llano, Aguascalientes

México - 20330

División de Estudios de

Posgrado e Investigación

<https://orcid.org/0000-0002-5425-0270>

Mauricio Ramos-Dávila

Maestro en Sistemas Computacionales

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico El Llano

Km 18 carretera Aguascalientes

San Luis Potosí

El Llano, Aguascalientes

México - 20330

Departamento de Ingenierías

<https://orcid.org/0000-0003-4617-3524>

Tania Ramírez-Navarrete

Maestra en Departamento

Económico-Administrativo

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico El Llano

Km 18 carretera Aguascalientes

San Luis Potosí

El Llano, Aguascalientes

México - 20330

<https://orcid.org/0009-0005-3210-0457>

José de Jesús Campos-Torres

Maestro en Tecnologías de la Información

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico El Llano

Km 18 carretera Aguascalientes

San Luis Potosí

El Llano, Aguascalientes

México - 20330

Departamento de Ingenierías

<https://orcid.org/0009-0000-9385-9313>

Carlos Fernando Aréchiga-Flores, Ph. D

University of Florida, USA

Unidad Académica de Medicina

Veterinaria y Zootecnia

Universidad Autónoma de Zacatecas

Jardín Juárez No. 147, Col. Centro

Zacatecas, Zacatecas

México - 98000

<https://orcid.org/0000-0001-9538-725X>

RESUMEN: Este estudio evaluó la composición química de la pomasa de manzana fermentada (PMF), su incorporación en dietas integrales de corderos y el efecto sobre parámetros productivos y los productos de la fermentación ruminal. Dieciocho corderos machos enteros destetados de la craza Dorper-Kathadin (peso vivo inicial de $23,070 \pm 2,207$ kg) fueron

¹ Autor de correspondencia.

asignados aleatoriamente a uno de tres tratamientos durante 77 días: T1 (dieta testigo sin PMF); T2 (dieta con 20% de PMF); y T3 (dieta con 40% de PMF). Las dietas se formularon para ser isoproteicas y se determinó su composición nutricional. Se midió el consumo diario de alimento, se pesó a los corderos mensualmente y se calculó la conversión alimenticia al final del experimento. Se determinaron la producción de AGV y N-NH₃, así como el pH del líquido ruminal. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza con SAS y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$). En la composición de la pomasa de manzana destacaron los parámetros referentes a energía. La ganancia diaria de peso no presentó diferencias entre los tratamientos ($P > 0,05$). La conversión alimenticia fue menor para T1 y T2 que para T3 durante el período de crecimiento ($P < 0,05$), pero no presentó diferencias en el período de finalización. La producción de AGV fue mayor en los corderos alimentados con T3 que en los alimentados con T1 y T2 ($P < 0,05$). No se observaron diferencias en la proporción de ácido acético ni en la concentración de N-NH₃. La producción de ácido propiónico fue mayor en T1 que en T2 y T3, y la de ácido butírico fue mayor en T3 que en T1. Los resultados muestran que la PMF puede utilizarse como alternativa en las dietas para corderos.

PALABRAS CLAVE: ovino; pulpa de manzana; ganancia de peso.

COMPOSITION AND NUTRITIONAL EVALUATION OF DIETS WITH FERMENTED APPLE POMACE IN THE FEEDING OF FATTENING LAMBS

ABSTRACT: This study evaluated the chemical composition of fermented apple pomace (FPM), its incorporation into whole-grain lamb diets, and the effect on production parameters and ruminal fermentation products. Eighteen weaned Dorper-Kathadin lambs (initial live weight $23,070 \pm 2,207$ kg) were randomly assigned to one of three treatments for 77 days: T1 (control diet without FPM); T2 (diet with 20% FPM); and T3 (diet with 40% FPM). The diets were formulated to be isonitrogenous, and their nutritional composition was determined. Daily feed intake was measured, lambs were weighed monthly, and feed conversion ratio was calculated at the end of the experiment. VFA and NH₃N production, as well as ruminal fluid pH, were determined. Data were analyzed using SAS analysis of variance, and means were compared using the Tukey test ($P < 0.05$). Energy-related parameters were most notable in the composition of apple pomace. Daily weight gain did not differ between treatments ($P > 0.05$). Feed conversion was lower for T1 and T2 than for T3 during the growing period ($P < 0.05$), but did not differ during the finishing period. VFA production was higher in lambs fed T3 than in those fed T1 and T2 ($P < 0.05$). No differences were observed in the proportion of acetic acid or N-NH₃ concentration. Propionic acid production was higher in T1 than in T2 and T3, and butyric acid production was higher in T3 than in T1. The results show that PMF can be used as an alternative in lamb diets.

KEYWORDS: sheep; apple pulp; weight gain.

1. INTRODUCCIÓN

Es importante formular dietas económicas y eficientes para mantener la rentabilidad de las Unidades de producción de ovinos para abasto. Una forma de lograrlo

es mediante el uso de ingredientes alimenticios de bajo costo para la alimentación animal, como subproductos agroindustriales y residuos de cultivos. En Aguascalientes, México, el bagazo de manzana proveniente de la producción de jugos y néctares de manzana está disponible de agosto a octubre. Puede conservarse fermentado en silos y utilizarse para alimentar a los corderos durante todo el año.

Tanto los desechos de manzana como los subproductos de la industrialización de esta fruta son un alimento potencial para el ganado y contienen sustratos fermentables (Rodríguez-Muela et al., 2010). El bagazo de manzana es conocido por ser muy aceptado por varias especies de ganado, pero tiene un bajo contenido proteico. Sin embargo, tiene un potencial nutricional gracias a su contenido energético derivado de la fibra de baja digestibilidad y los carbohidratos solubles (Ajila et al., 2015). En México, el bagazo de manzana se considera generalmente un subproducto de bajo interés, aunque se utiliza en ganado de engorda (Manterola et al., 1998), bloques proteicos (Bustamante, 2015) y corderos de engorda (Mejía-Haro et al., 2018; Alarcón-Rojó et al., 2019). El componente nutricional más importante del bagazo de manzana es la energía derivada de carbohidratos de baja digestibilidad (Rodríguez-Muela et al., 2010; Bustamante, 2015). Componentes, como la materia seca y la proteína cruda, presentan cierta variación según la variedad de manzana, la madurez del fruto y las diferencias en el procesamiento (Manterola et al., 1998). El objetivo de este estudio fue evaluar la composición nutricional, los parámetros productivos y la concentración de los principales productos de la fermentación ruminal en corderos alimentados con dietas a base de pomasa de manzana ensilada (PMF).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones pecuarias del Instituto Tecnológico El Llano en El Llano, Aguascalientes, México, ubicadas a 21° 55' N y 101° 58' O, a una altitud de 2020 m sobre el nivel del mar, en una zona con una precipitación anual de 500 a 600 mm. La pomasa de manzana fermentada se preparó con 7 toneladas de bagazo fresco obtenido de una fábrica de jugo de manzana (Valle Redondo) y 58 kg/tonelada de una mezcla compuesta por 30% de cascarilla de soya, 31% de pasta de soya, 31.8% de pollinaza, 6.5% de urea, 0.67% de micro-minerales y 0.1% de vitaminas. La mezcla preparada se prensó, se cubrió con plástico negro, se dejó al sol y fermentó durante 60 días. Posteriormente, se utilizó en dietas integrales en una prueba de comportamiento productivo con 18 corderos Dorper-Kathadin destetados enteros (23.070 ± 2.207 kg, peso vivo inicial). La prueba duró 77 días y constó de dos periodos: un periodo de crecimiento (de 23 a 30 kg de peso vivo (PV) del cordero) y un

período de finalización (de 30 a 46 kg). Una semana antes de finalizar el experimento, se recolectaron muestras de líquido ruminal (aproximadamente 150 ml) de cada cordero 6 horas después de la alimentación a las 09:00 a. m. mediante succión con una bomba de vacío y una sonda de plástico de ½ pulgada con bordes romos y un extremo perforado. Inmediatamente después de extraer el líquido ruminal, se midió el pH en todas las muestras. Posteriormente, el líquido ruminal se utilizó para el análisis de laboratorio de ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacal (N-NH₃). La degradabilidad in situ de la MS se determinó utilizando cuatro vacas Holstein con fistula ruminal con un período de fermentación de 72 horas (Orskov et al., 1980). Se utilizaron vacas como modelo para corderos, ya que no se disponía de ellos.

Al inicio del período experimental, los corderos se alojaron en jaulas elevadas individuales provistas de comedero y bebedero automático. Se les desparasitó internamente con ivermectina y levamisol (1 mL/20 kg⁻¹ PV), se vacunaron (*Pasteurella* y *Clostridium*), se les colocó una marca en la oreja y se les inyectó vitaminas (ADE, 1 mL cordero⁻¹). Los corderos recibieron alimento *ad libitum* a las 09:00 y a las 15:00 h todos los días. Después de un período de 15 días de adaptación a las dietas, fueron asignados a una de tres dietas-tratamiento en un diseño completamente aleatorizado: T1 (dieta testigo con 21% de proteína cruda, sin PMF); T2 (dieta con 20% de PMF (MS)); y T3 (dieta con 40% de PMF), como se muestra en el Cuadro 1. Las dietas se formularon para ser isoproteicas y se analizó su composición nutricional. El consumo de alimento y los rechazos se midieron diariamente para cada cordero, y estos se pesaron utilizando una báscula digital durante dos días consecutivos al inicio y al final de los períodos de crecimiento y finalización. Los corderos en el período de finalización se alimentaron con una dieta que contenía 18% de proteína cruda (% PB = % N x 6.25), como se muestra en el Cuadro 2.

La conversión alimenticia (kg de materia seca utilizada por kg de ganancia de PV) se calculó a partir de los datos de consumo de alimento y ganancia de peso corporal en cada período. Se realizaron análisis proximales (AOAC, 2012) y análisis de Fibra Detergente Neutra y Ácida (Van Soest et al., 1991) en muestras de las dietas. Las variables de respuesta para los períodos de crecimiento y finalización fueron el consumo de alimento (IA) en el período por kg de PV y por kg^{0.75}; la ganancia de peso diaria (GDP); la conversión alimenticia (CA); Peso vivo final; pH ruminal; producción molar de AGV; proporciones molares de las concentraciones ruminales de ácidos acético, propiónico y butírico; relación entre la concentración de ácido acético y ácido propiónico; concentración de NH₃-N en el líquido ruminal; y degradabilidad in situ de las dietas.

Se preparó una solución de líquido ruminal al 20 % y ácido metafosfórico en una proporción de 4:1 v/v para determinar los AGV. Las muestras se mantuvieron refrigeradas

a 4 °C hasta su análisis por cromatografía de gases (Perkin Elmer® Co., Clarus 560 D Gas Chromatograph, Erwin et al., 1961). El NH₃-N se midió con un espectrofotómetro (VARIAN CARY-1E, McCullough, 1967). El pH ruminal se midió con un potenciómetro portátil Hanna HI 98130 al obtener las muestras individuales de líquido ruminal. La degradabilidad *in situ* de las dietas se evaluó en cuatro vacas con fístula ruminal mediante la técnica descrita por Orskov et al. (1980).

Los datos se sometieron a un análisis de varianza con SAS (2008) y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey (P < 0,05). El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

donde Y_{ij} es la variable de respuesta, μ es la media general, t_i es el efecto del i-ésimo tratamiento y e_{ij} es el error experimental.

Cuadro 1. Ingredientes y Composición Química (MS) de la Dieta de Corderos en Crecimiento.

INGREDIENTE	TESTIGO (T1)	20% PMF (T2)	40% PMF (T3)
Alfalfa heno	30	25	19.7
Harina de soya	15	5.5	0
Sorgo molido	13.3	8.2	4.7
Melaza	8	8	8
Cebo	3	5.6	6.5
Maiz Rolado	16	6	0
Harina de Carne y Hueso	5	5	4
Micro-minerales	0.1	0.1	0.1
Sal	0.3	0.3	0.3
Bicarbonato de Sodio	1	1	1
Aluminosilicatos	0.3	0.3	0.3
Urea	0	0	0.4
Soy plus	8	9	9
Pomasa de manzana ensilada	0	20	40
Harinolina	0	6	6
Total	100	100	100
Composición Química* (g/kg)			
MS	871.2	593.0	448.6
PC	210.9	210.9	209.8
EE	57.9	74.0	77.8
CENIZA	98.5	126.8	155.6
CNE	456.1	363	337
FDN	176.6	224.9	267.4

FDA	134.0	180.7	213.5
EM (Mcal/kg)**	2.57	2.57	2.57
Ca **	9.4	9.3	8.3
P**	5.3	5.6	5.1
% de Digestibilidad <i>in situ</i> (MS)	62	60	60

*Determinado en laboratorio, **Calculado de NRC (2007). "Incubación de dietas por 72 horas en 4 vacas fistuladas. CNE= 100-(%FDN+%PC+%EE+%CENIZAS), NRC (2001).

Cuadro 2. Ingredientes y Composición Química (MS) de la Dieta de Corderos en finalización.

INGREDIENTE	TESTIGO (T1)	20% PMF (T2)	40% PMF (T3)
Alfalfa heno	20	20	19.5
Harina de soya	10.5	8	4.5
Sorgo molido	26.35	7.2	4.8
Melaza	8	8	8
Cebo	2.5	5.6	6.5
Maiz Rolado	23	13.5	4.9
Harina de carne y hueso	5	5	4
Micro-minerales	0.1	0.1	0.1
Sal	0.3	0.3	0.3
Bicarbonato de sodio	1	1	1
Aluminosilicatos	0.3	0.3	0.3
Urea	0.95	0	0.1
Soy plus	0	0	0
Pomasa de manzana ensilada	0	20	40
Harinolina	0	6	6
Cascarilla de Soya	2	5	0
Total	100	100	100
Composición Química* (g/kg)			
MS	872.1	592.6	448.4
PC	180.0	180.2	180.9
EE	51.3	74.1	78.0
CENIZA	73.9	124.0	155.0
CNE	534.4	372	310.4
FDN	160.4	249.7	275.7
FDA	108.8	176.7	204.6
EM (Mcal/kg)**	2.582	2.579	2.563
Ca **	8.4	9.1	8.5
P**	5.1	5.6	5.3

*Determinado en laboratorio, **Calculado de NRC (2007).

CNE= 100-(%FDN+%PC+%EE+%CENIZA), NRC (2001).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 3 muestra la composición química de las muestras de pomasa de manzana fresca, en donde se observa que lo mas relevante es lo concerniente a energía, indicada por valores considerables de TND y EM. Respecto al contenido de proteína cruda el valor obtenido se considera bajo con respecto a los requerimientos de los corderos en engorda, sin embargo, este valor se aumenta considerablemente al fermentar la pomasa adicionando ingredientes como urea, harina y cascarilla de soya entre otros, además de los efectos de las levaduras adicionadas al proceso de fermentación y su uso en dietas integrales. Las concentraciones de FDN y FDA son consideradas aceptables para la alimentación de corderos. El factor más limitante en la pomasa de manzana fresca es el alto grado de humedad, ya que limita el consumo de materia seca de los corderos cuando se utiliza en grandes cantidades.

Cuadro 3. Composición química (g/kg⁻¹ DM) y energía de la pomasa de manzana fresca.

Concepto (g/kg)	
MS	178
PC	51
EE	29
FC	238
CENIZA	16
ELN	665
FDN	393
FDA	368
EM (Mcal/kg)*	2.580
TND*	676
CNE*	511

*Calculado, MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda, EE: Extracto Etéreo; FC: Fibra Cruda; ELN: Extracto Libre de Nitrógeno, FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Acida; EM: Energía Metabolizable; TND: Total de Nutrientes Digestibles; CNE: Carbohidratos no Estructurales.
CNE= 100-(%FDN+%PC+%EE+%Cenizas), NRC (2001).

Consumo de alimento

El consumo de alimento de los corderos durante el período de crecimiento fue mayor ($P < 0,05$) para el grupo T3 (40% de PMF) que para el grupo T1 o T2 en términos de kg/kg, g/kg⁻¹ de peso vivo y g/kg⁻¹ de peso vivo. Los corderos que recibieron el grupo T2 (20% de PMF) presentaron un mayor consumo de alimento que aquellos con el grupo T1 (0% de PMF) en términos de g/kg⁻¹ de peso vivo (Cuadro 4). La palatabilidad de la pomasa de manzana ensilada podría haber incrementado

el consumo de alimento de los corderos de T3, pero este aumento ya no se observó en los corderos durante el período de finalización. Esto probablemente se debió a que los corderos y la microbiota ruminal ya estaban bien adaptados a las respectivas dietas (Mahgob et al., 2000). Los cambios químicos en la PMF también podrían afectar su palatabilidad. Además, el pequeño tamaño de partícula de la dieta de T3, logrado gracias a la mayor inclusión de PMF, podría influir en la ingesta de alimento al aumentar el consumo de alimento finamente picado, lo que podría minimizar el efecto del llenado físico del rumen (Fimbres et al., 2002).

Taasoli y Kafizadeh (2008) también reportaron aumentos en el consumo de alimento en corderos en crecimiento alimentados con dietas con 30% de PMF en sistemas intensivos, lo cual no ocurrió en el período de engorda. Por el contrario, Rumsey y Lindahl (1982) alimentaron ovejas gestantes hasta el parto con una dieta con 60% (MS) de pomasa de manzana fresca y observaron que el consumo de energía era deficiente. Esto fue evidente en el último tercio de la gestación, cuando la ingesta de nutrientes se vio limitada por el alto contenido de humedad y el bajo contenido de nutrientes de la pomasa de manzana. En nuestro estudio, se cumplieron los requerimientos energéticos y proteicos de los corderos, el contenido de PMF se limitó al 20% y al 40%, y el PMF contenía menos humedad debido a su mezcla con otros subproductos en el ensilado.

Pedraza y Pacheco (2000) obtuvieron consumos promedio de alimento de entre 55 y 60 g de MS·kg^{0.75} en corderos machos de 24 kg alimentados con heno de *Digitaria decumbens*. Estos valores son inferiores a los encontrados en nuestro estudio (98 y 120 g de MS·kg^{0.75} para corderos en crecimiento alimentados con dietas con 20% y 40% de PMF, respectivamente). Esto podría deberse, en parte, al mayor contenido de fibra y a las dietas con menor energía, que aumentan el tiempo de retención ruminal. En consecuencia, el consumo de materia seca disminuye (Paulina et al., 2013).

Cuadro 4. Parámetros Productivos de corderos en el periodo de crecimiento con dietas con diferente concentración de PMF.

Variable	T 1	T 2	T3	EE
PV Inicial (kg)	23.23	22.56	23.20	2.207
PV Final (kg)	32.05 ^a	31.98 ^a	32.07 ^a	3.395
Co A, (kg)	31.707 ^b	35.255 ^b	43.502 ^a	4.950
Co A/kg PV, (g)	36.95 ^c	41.66 ^b	50.87 ^a	4.279
Co A (g/kg ^{0.75})	87.9 ^b	98.4 ^b	120.3 ^a	9.8

GDP (g d ⁻¹)	287 ^a	303 ^a	287 ^a	53
GTP (kg)	8.821 ^a	9.417 ^a	8.877 ^a	1.621
CA	3.63 ^b	3.79 ^b	4.92 ^a	0.392

^{abc} Letras diferentes en la misma fila indican diferencia entre tratamientos, $P < 0.05$.

EE= Error standard de la media

PV INICIAL= Peso vivo inicial

PV Final = Peso vivo final

Co A= Consumo de Alimento (MS)

GDP= Ganancia Diaria de Peso

GPT= Ganancia de Peso en el Periodo

CA= Conversión Alimenticia

Ganancia de peso

No se observaron diferencias ($P \geq 0.05$) en la ganancia de peso diaria de los corderos (Tablas 4 y 5) entre los tratamientos, tanto en los periodos de crecimiento como de finalización. Esto se debe en parte a que las dietas de los tres tratamientos se formularon para ser isocalóricas e isoproteicas, y la degradabilidad de la MS no fue diferente, ya que los carbohidratos del PMF tienen componentes de alta digestibilidad (Castillo et al., 2011). Se sugiere que el PMF contenía una digestibilidad similar a la dieta testigo, lo que resulta en la ausencia de cambios en la GDP de los corderos (Taasoli y Kafilzadeh, 2008). Mejía-Haro et al. (2018) obtuvieron ganancias de peso de 183 y 148 g d⁻¹ en corderos utilizando 30% de PMF en dietas con y sin excretas de aves de corral, respectivamente. Estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio, en parte porque se utilizaron corderos hembras, que presentan una menor ganancia de peso que los corderos machos (Bores et al., 2002). También utilizaron alimentos bajos en proteína verdadera, como excretas de aves y urea. Además, se logró la fermentación alcohólica del bagazo de manzana durante el ensilado, lo cual influye en el consumo de alimento (Castillo et al., 2011).

Taasoli y Kafilzadeh (2008) alimentaron corderos machos con dietas que contenían pomasa de manzana ensilada (30% MS) o seco (20%) y reportaron ganancias de peso diarias de 200 y 192 g, respectivamente. Estos valores son inferiores a los obtenidos en nuestro estudio, en parte porque utilizaron dietas con mayor contenido de fibra. Además, no incluyeron melaza como saborizante para el ensilado de bagazo de manzana, lo cual estimula el consumo de alimento (Lobato et al., 1980). La raza utilizada también podría haber influido en la respuesta de los corderos en la ganancia de peso.

La ausencia de diferencias estadísticas ($P \geq 0,05$) en el peso vivo final entre los tratamientos en los períodos de crecimiento y finalización (Cuadros 4 y 5) podría deberse a la respuesta similar en la GDP a las tres dietas de tratamiento. Todos los corderos tuvieron un peso corporal inicial similar en el período de crecimiento y en el período de finalización. Además, el contenido proteico y energético de las dietas fue similar entre los tratamientos y cubrió los requerimientos máximos de proteína y energía, lo que les permitió obtener ganancias de peso diarias similares.

Conversión alimenticia

Los valores de la conversión alimenticia en corderos en crecimiento (Cuadro 4) fueron menores para T1 y T2 que para T3 ($P \leq 0,05$). Esto podría deberse al alto contenido de humedad de la pomasa de manzana y a que T3 presenta la mayor cantidad de PMF. Esta gran cantidad podría haber llenado la capacidad ruminal, produciendo un aumento en la tasa de tránsito (Allen, 1996). Esto resultaría en un mayor consumo y una menor digestibilidad de la MS con respecto a T1 y T2.

La conversión alimenticia (CA) en corderos en el período de finalización (Cuadro 5) no mostró diferencias estadísticas ($P \geq 0,05$) entre tratamientos, lo que podría deberse a que el volumen ruminal de los corderos de T3 aumentó debido al estímulo de llenado (Owens y Goetsch, 1993). Por lo tanto, no se observaron diferencias en el consumo de alimento ni en la ganancia diaria de peso entre tratamientos. Los valores de CA obtenidos son similares a los reportados por Taasoli y Kafilzadeh (2008) en corderos machos alimentados con dietas que incluían pomasa de manzana ensilada o deshidratada. Mejía-Haro et al. (2018) reportaron mayores CA en corderas alimentadas con una dieta que contenía 30% de bagazo de manzana con 0% y 20% de excretas de aves (6,24 y 5,72 kg de alimento/kg de ganancia de peso corporal, respectivamente).

Cuadro 5. Parámetros Productivos de corderos en el periodo de finalización con dietas con diferente concentración de PMF.

Variable	T1	T2	T3	EE
Peso Inicial PV (kg)	32.054	30.983	32.075	3.390
Peso Final PV (kg)	46.813 ^a	44.942 ^a	46.258 ^a	4.194
Co A, (kg)	68.235 ^a	63.315 ^a	68.888 ^a	5.548
Co A, /kg PV, (g)	37.70 ^a	35.86 ^a	38.30 ^a	4.950
Co A (g/kg ^{0.75})	144.5 ^a	136.6 ^a	146.7 ^a	5.4

GDP (g d ⁻¹)	320 ^a	303 ^a	310 ^a	55
GPT (kg)	14.758 ^a	13.958 ^a	14.183 ^a	2.562
CA	4.78 ^a	4.57 ^a	4.93 ^a	0.687

^{abc} Letras diferentes en la misma fila indican diferencia entre tratamientos, $P < 0.05$.

EE= Error standard de la media

PV Inicial = Peso vivo inicial

PV Final = Peso vivo final

Co A= Consumo de Alimento (MS)

GDP= Ganancia Diaria de Peso

GPT= Ganancia de Peso en el Periodo

CA= Conversión Alimenticia

Productos de fermentación ruminal

La concentración total de AGV (Cuadro 6) fue mayor ($P < 0,05$) en T3 que en T1 y T2, y no se encontraron diferencias entre T1 y T2. La razón no está clara, y las diferencias en la degradabilidad de la FDN entre los tratamientos podrían haber influido en los resultados. Si bien la FDN químicamente determinada en la dieta de T3 fue mayor que en T1 y T2, el menor tamaño de partícula, la gravedad específica y el alto contenido de pectina y otros componentes del PMF podrían favorecer la degradabilidad y, en consecuencia, aumentar la producción molar de AGV (Allen y Grant, 2000; Del Valle et al., 2006).

Las tres dietas contenían un 8 % de melaza, que aporta carbohidratos de rápida asimilación en el rumen. Además, T3 incluía urea, que también es un componente del PMF y proporciona N de rápida disponibilidad. Junto con la melaza, es una fuente de carbohidratos fácilmente degradables que benefician la síntesis microbiana del rumen y su actividad fibrolítica (Gozho y Mutsvangwa, 2008). Una mayor producción de AGV se asoció con valores de pH ruminal más bajos para T3, que presentó un pH más bajo que T2 y T1. Abdollahzadeh y Abdulkarimi (2012) también encontraron una mayor producción de AGV y un pH ruminal más bajo en vacas lecheras alimentadas con dietas donde el 15 o 30% de alfalfa se reemplazó con una mezcla de ensilado de pulpa de manzana y tomate.

La producción de ácido acético fue similar entre los tratamientos ($P > 0,05$), y el contenido de ácido propiónico fue mayor para T1 ($P < 0,05$) que en los tratamientos con PMF. Esto se puede explicar por el mayor porcentaje de granos que contienen las dietas T1 y T2, lo que favorece la producción de ácido propiónico y disminuye la relación acetato-propionato. En contraste, el contenido de ácido butírico fue mayor ($P < 0,05$) en la dieta de T3 que en la T1. Estos valores se ven influenciados por la concentración de ácido propiónico, que a su vez se ve favorecida por el nivel de granos en la dieta

(Agle et al., 2010; Ramos et al., 2021). La relación acetato-propionato fue mayor en la dieta T3 que en la T1, y no se observaron diferencias entre ambas ($P > 0,05$). La relación acetato-propionato en la dieta T3 indica que por cada 2.6 unidades de acetato se obtiene una unidad de propionato. Sin embargo, en ganado de engorda es deseable una proporción menor, la cual se logra con dietas altamente concentradas (Agle et al., 2010) cuando la cantidad de concentrado es superior al 70% y la proporción de AGV (ácido acético:propiónico:butírico) es de 45:40:15. En nuestro estudio, la proporción promedio fue de 56:27:16. Mejía-Haro et al. (2019) encontraron un valor similar (58:29:14) en dietas para corderos con un 30% de forraje.

La concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el rumen es un equilibrio entre su producción y su utilización o absorción. El $\text{NH}_3\text{-N}$ es un nutriente crítico para los microorganismos ruminales en concentraciones que oscilan entre 1 y 29 $\text{mg}/100 \text{ mL}^{-1}$ (Khalili y Sairanen, 2000). Diversos factores influyen en la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el fluido ruminal: la degradabilidad de la proteína de la dieta, la disponibilidad de carbohidratos, el momento del muestreo después de la alimentación, el nivel y la tasa de consumo, y la inclusión de urea en la dieta (Castillo-López y Domínguez-Ordóñez, 2019). En nuestro estudio, la concentración promedio de $\text{NH}_3\text{-N}$ no presentó diferencias ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Cuadro 6), lo que indica una degradabilidad y utilización de proteínas similares entre ellos. T2 y T3 presentaron valores de 5 a 8 $\text{mg}/100 \text{ mL}^{-1}$, valores ya reportados y considerados óptimos para una producción adecuada de proteína microbiana (Kim et al., 2010). Mata-Espinoza et al. (2006) tampoco encontraron diferencias en la concentración ruminal de $\text{NH}_3\text{-N}$ en corderos suplementados con harina de tres arbustos forrajeros tropicales.

La degradabilidad de las proteínas está directamente relacionada con su solubilidad en el rumen. Cuando es baja, la liberación de amoníaco disminuye, por lo que la síntesis de proteína microbiana se ve limitada por la falta de este compuesto (Castillo-López y Domínguez-Ordóñez, 2019). El pH ruminal promedio fue menor en los corderos de T3 que en los corderos de T1 y T2, lo que se reflejó en una mayor concentración de AGV. Abdollahzadeh y Abdulkarimi (2012) también observaron una reducción del pH al tiempo que aumentaba la producción de AGV como resultado de un aumento en la tasa de degradación del orujo de manzana y otros subproductos.

Cuadro 6. Valores medios de pH ruminal, Producción de AGV, y nitrógeno amoniacal en el fluido ruminal de los corderos.

Concepto		T1	T2	T3	EE
AGVt	mM L^{-1}	54.81 ^b	64.25 ^b	92.66 ^a	9.816
Acético	%	54.66 ^a	56.26 ^a	58.27 ^a	2.652

Propiónico	%	32.50 ^a	27.20 ^b	22.68 ^b	3.157
Butírico	%	12.81 ^b	16.56 ^{ab}	19.10 ^a	2.835
A:P		1.70 ^b	2.11 ^{ab}	2.60 ^a	0.331
NH ₃ - N	mg dL ⁻¹	2.97 ^a	7.13 ^a	7.28 ^a	3.291
pH Ruminal		6.63	7.06	6.37	0.55

A:P= Relación Acetato-Propionato

AGV_i= Total de Ácidos Grasos Volátiles

^{ab} Letras diferentes en la misma hilera indican diferencias entre tratamientos (P < 0.05)

EE= Error standard de la media.

4. CONCLUSIONES

Los resultados indicaron que la pomasa de manzana es un subproducto nutricionalmente aceptable para la alimentación de corderos y que los granos en las dietas para corderos pueden reemplazarse con PMF hasta en un 20 o 40%. Se observó un rendimiento similar en ganancia de peso y no hubo diferencias significativas en los productos de fermentación ruminal. Estos resultados sugieren una eficiencia similar en la utilización del alimento.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico El Llano por todo el apoyo brindado para la realización de este estudio. También agradecemos al Centro Agropecuario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por facilitar la participación de las vacas fistuladas y al CONAHCYT.

REFERENCIAS

- Abdollahzadeh, F., and R. Abdulkarimi (2012). The effects of some agricultural By-products on ruminal fermentation and apparent digestibility of Holstein dairy cows. *Life Science Journal* 9(4) 81-85.
- Agle, M., A.N. Hristov, S. Zaman, C. Schneider, P.M. Ndegwa, and V.K. Vadella (2010). Effect of dietary concentrate of rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:4211-4222.
- Ajila, CH.M., S.J. Sarma, S.K.V. Brar, S. Godbout, M. Cote, F. Guay, M. Verma, and J.R. Valero (2015). Fermented apple pomace as a feed additive to enhance growth performance in growing pigs and its effects on emissions. *Agriculture* 5:313-329.
- Alarcon-Rojo, A.D., V. Lucero, L. Carrillo-Lopez, and H. Janacua (2019). Use of apple pomace in animal feed as an antioxidant of meat. *South African Journal of Animal Science* 49:131-139.
- Allen, M.S. (1996). Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Anim. Sci.* 74:3063-3075.

- Allen, D. M., and R.J. Grant (2000). Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:322–331.
- AOAC (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*. 19th edition. (Métodos oficiales de análisis de la AOAC Internacional). Gaithersburg, MD, USA.
- Bustamante C.J.F. (2015). *Producción de proteína microbiana con gabazo de manzana*. (Ph. D. Thesis) Chihuahua, Chih. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. 182 pp.
- Bores, Q.R.F., M.P.A. Velázquez, y A.M. Heredia (2002). Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Tec Pec México* 40 (001): 71-79.
- Castillo, Y., O. Ruiz, C. Angulo, C. Rodríguez, y A. Elías (2011). Inclusión de residuos de panadería en algunos metabolitos e indicadores bromatológicos de la fermentación en estado sólido del bagazo de manzana. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45(2): 141-144.
- Castillo-Lopez, E., y M.G. Domínguez-Ordóñez (2019). Factores que afectan la composición microbiana ruminal y métodos para determinar el rendimiento de la proteína microbiana. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10(1): 120-148.
- Del Valle, M., M. Camara, and M.E. Torija (2006). Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 1232-1236.
- Erwin, E.S., G.J. Marco, and E.M. Emery (1961). Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.* 4(9) 1768-1771.
- Fimbres, H., G. Hernandez-Vidal, J.F. Picon-Rubio, J.R. Kawas and C.D. Lu (2002). Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing rations containing various forage levels. *Small Ruminant Res.*43:283-288.
- Gozho, G.N., and T. Mutsvangwa (2008). Influence of carbohydrate source on ruminal fermentation characteristics, performance, and microbial protein synthesis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:2726-2735.
- Khalili, H. and A. Sairanen (2000). Effect of concentrate type on rumen fermentation and milk production of cows at pasture. *Animal Feed Science and Technology* 84(2000):199-212.
- Kim, K.H., G.L.Jin, Y.K. Oh and M.K. Song (2010). Effects of starch and protein sources on starch disappearance in the gastrointestinal tract of Hanwoo (Korean native) steers. *J. Anim. Sci.* 81:331–337.
- Lobato, S.F.P., G.R. Pearce and R.G. Beilharz (1980). Effect of early familiarization with dietary supplements on the subsequent ingestion of molasses-urea blocks by sheep. *Applied Animal Ethology* 6(2):149-161.
- Mahgob, D., C.D. Lu and R.J. Early (2000). Effect of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small rumin. Research* 37:35-42.
- Manterola, H., E. Porte, D. Cerda, L. Shiran y G. Casanova (1998). Comportamiento productivo de toritos Hereford alimentados con altos niveles de pomasa de manzana. *Avances en Producción animal* 23 (1-2):73-79.
- Mata-Espinoza, M., D. Hernández-Sánchez, M.A. Cobos-Peralta., M.E. Ortega-Cerilla, G.D. Mendoza-Martínez y J.L. Arcos-García (2006). Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocoite (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Revista Científica FCV-LUZ XVI*:249-256.

McCullough, H. (1967). The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clin.Chem. Acta* 17: 297-304.

Mejía-Haro, I., M.E. Mora de A., J.M. Martínez M., I. V. Vitela M. and J. Mejía-Haro (2018). Effect of Apple pomace and poultry manure in mixed diets on productive performance in replacement female lambs. *J. Anim. Vet. Adv.*17:45-50.

Mejía-Haro, I., A.J. Azuara, B. Ortiz de la Rosa, J.M. Martínez, J. Mejía, V.M. Marín and M. Ramos (2019). Effect of the inclusion of three levels of chicken manure in diet on productive performance of finishing lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 18(2):55-60.

National Research Council (NRC) (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh revised edition, National Academy Press.

National Research Council (NRC) (2007). *Nutrient requirements of small ruminants* (7th Ed.). National Academy Press.

Orskov, E. R., F.D. Hovell and F.L. Mould (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Third Annual Conference on Tropical Animal Production*, Mérida, Yuc., México, p 195-213.

Owens, F.N. and A.L. Goetsch (1993). *Ruminal Fermentation*. In: Church D.C. editor. *The ruminant animal. Digestive, Physiology and Nutrition*. 1st ed. USA. Waveland Press Inc. ISBN13 9780881337402, p 145-171.

Paulina, G., M. Avondo, G. Molle, A.H. Dias-Francesconi, A.S. Atzori and A. Cannas (2013). Models of estimating feed intake in small ruminants. *Revista brasileira de Zootecnia*. 42(9):675-690.

Pedraza, O.R.M. and L.T. Pacheco (2000). Consumo voluntario y degradabilidad ruminal en ovinos suplementados con bloques multinutricionales con tres niveles de urea. *Rev. Prod. Anim.* 13(2):87-88.

Ramos, S.S., C.H. Jeong, L.L. Mamuad, S.H. Kim, S.H. Kang, E.T. Kim, Y. Cho, S.S. Lee and S.S. Lee (2021). Diet transition from high-forage to high-concentrate alters ruminal bacterial composition, epithelial transcriptomes and ruminal fermentation parameters in dairy cows. *Animals* 11: 838.

Rodríguez-Muela, C., D. Díaz, F. Salvador, O. Ruiz, C. Arzola, A. Flores and A. Elías (2010). Efecto del nivel de urea y pasta de soya en la concentración de proteínas durante la fermentación en estado sólido de la manzana (*Malus domestica*). *Rev. Cubana de Cien. Agrí* 44(1):23-26.

Rumsey, T.S. and I.L. Lindahl (1982). Apple Pomace and urea for gestating Ewes. *J. Anim. Sci.* 54:221-234.

Statistical Analysis Systems (SAS) (2008). *Statistical Analysis Systems Institute User's Guide* (9.2 ed.). SAS Inst. Inc.

Taasoli, G. and F. Kafizadeh (2008). Effects of dried and ensiled Apple Pomace from puree making on performance of Finishing Lambs. *Pakistan J. of biological Sci.* 11(2):294-297.

Van-Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non- starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74:3583-3597.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSE e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

Símbolos

18th century 116, 117, 118

A

Ácido ortosilícico 31, 34

B

Biofortificación 67, 68, 69, 89, 90, 92

Biosecurity 116, 117, 120

Broca 31, 36, 37, 41, 42, 44

Burning gas 1, 2

C

Cafeto 31, 34, 35, 36, 41

Calidad de proteína 67, 68, 86, 88, 91

Cattle plague 116, 117, 118, 119, 121

Chemical reactions 1, 5

Compound feed 1, 2, 5, 8, 10, 11, 12, 13

Cultivo alternativo 96

D

Deslizamientos 14, 15, 16

Desnutrición 68, 89, 90

Diversificación agrícola 96, 97

E

Educación ambiental 14, 15, 16, 22, 23, 27, 30

Epizootics 116, 117

Escuela rural 14, 23

G

Ganancia de peso 102, 104, 109, 110, 111, 113

Gestión del riesgo 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27

H

Habsburg monarchy 116

I

Inoculation 116, 117, 119, 120

Inundaciones 14, 15, 16, 49

M

Maíz morado 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 90, 91, 92, 94

N

Norte de Tamaulipas 96, 97, 99, 100

O

Ovino 102

P

Paquete tecnológico 96, 97

Paul Adami 116, 117, 118, 122

Planificación 15, 19, 29, 47, 51

Pollutant emissions 1, 10, 13

Pulpa de manzana 102, 111

R

Regionalización 47, 52

Rinderpest 116, 117, 119, 120, 122

Roya 31, 35, 36, 37, 41, 44, 75

S

Sanidad vegetal 31

SIG 47, 51

Sorgo 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 97, 105, 106

Soya 57, 96, 97, 98, 99, 103, 105, 106, 107, 115

Styria 116, 117, 118, 119, 120, 121

V

Veterinary history 116



EDITORIA
ARTEMIS

2025